

PCT/JP 2004/000981

02.2.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 8 月 2 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 2 9 9 1 2 0  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 9 1 2 0]

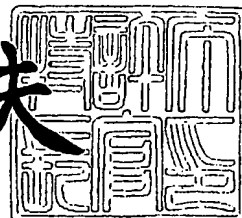
出 願 人  
Applicant(s): 日 本 電 信 電 話 株 式 会 社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 3 月 5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 7 0 0 5

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NTTH155924  
【提出日】 平成15年 8月22日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H04B 10/00  
G06F 17/60  
G06F 19/00

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社内  
【氏名】 小島 久史

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社内  
【氏名】 武田 知典

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社内  
【氏名】 松浦 伸昭

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社内  
【氏名】 栗本 崇

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号  
日本電信電話株式会社内  
【氏名】 井上 一郎

【特許出願人】  
【識別番号】 000004226  
【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】  
【識別番号】 100064414  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 磯野 道造

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 015392  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0104906

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

光パス確立手段を備え、外部 IP ネットワークを光ネットワークに接続する複数の光エッジルータと、前記光エッジルータ間を光パスで接続するために光パス単位でのスイッチング手段を備える複数の光クロスコネクトとを含んで構成される光ネットワークにおいて、

前記光エッジルータが、

前記光ネットワーク内のトポロジ情報を保持し、光パスのスイッチング及びシグナリングを行う光ネットワーク制御インスタンスと、

前記外部 IP ネットワークのルーチングテーブルを保持し、外部 IP ネットワークとの間でルーチングプロトコルを動作させる IP ネットワークインスタンスの両方を備えること

を特徴とする光ネットワーク。

**【請求項 2】**

前記外部 IP ネットワーク間で経路情報を交換するためのルーチングプロトコルを、前記外部 IP ネットワークが接続される前記光エッジルータの前記光ネットワーク制御インスタンス間で動作させることを特徴とする請求項 1 に記載の光ネットワーク。

**【請求項 3】**

前記外部 IP ネットワークの経路情報を交換するプロトコルとして、BGP を使うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の光ネットワーク。

**【請求項 4】**

光ネットワークに使用され、外部 IP ネットワークとの間でパケットの転送を行う光エッジルータであって、

前記外部 IP ネットワークの隣接するルータとの間でパケットの転送を行うパケット転送処理手段を備えると共に、

前記隣接するルータとの間で経路情報を交換する処理を行う経路情報交換手段、

ルーチングテーブルを作成して記憶手段に記憶する処理を行うルーチングテーブル作成手段、

光ネットワーク内のトポロジ情報を収集して記憶手段に記憶する処理を行うトポロジ情報収集手段、

光パスの確立・解放のシグナリングを行うシグナリング手段、

対向する他の光エッジルータとの間で前記経路情報を通知する処理を行う経路情報通知手段、

前記ルーチングテーブルと前記トポロジ情報とを記憶手段から読み出して、前記パケット転送処理手段におけるパケットの転送先を設定するパケット転送テーブルを生成する処理を行うパケット転送テーブル生成処理手段、

を備えること、

を特徴とする光エッジルータ。

**【請求項 5】**

光ネットワークに使用され、所定の演算処理を行う演算処理手段と外部 IP ネットワークとの間でパケットの転送を行うパケット転送処理手段とを備える光エッジルータに用いられるプログラムであって、

前記演算処理手段を、

前記外部 IP ネットワークの隣接するルータとの間で経路情報を交換する処理を行う経路情報交換機能、

ルーチングテーブルを作成して記憶手段に記憶する処理を行うルーチングテーブル作成機能、

光ネットワーク内のトポロジ情報を収集して記憶手段に記憶する処理を行うトポロジ情報収集機能、

光パスの確立・解放のシグナリングを行うシグナリング機能、

対向する他の光エッジルータとの間で前記経路情報を通知する処理を行う経路情報通知機能、

前記ルーティングテーブルと前記トポロジ情報とを記憶手段から読み出して、前記パケット転送処理手段におけるパケットの転送先を設定するパケット転送テーブルを生成する処理を行うパケット転送テーブル生成処理機能、  
として動作させること、  
を特徴とする光エッジルータ用のプログラム。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】** 光ネットワーク、光エッジルータ、及びそのプログラム**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数のルータと光クロスコネクタによって構成される光ネットワーク、光エッジルータ、及びそのプログラムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から IP (Internet Protocol) レイヤで動作するシグナリングプロトコルにより、TDM (Time Division Multiplexing) チャネルや波長等の光パスを確立する技術 (光 IP 技術) が検討されており、これを適用する光 IP ネットワークモデルとして、(1) GMPLS (Generalized Multi-Protocol Label Switching: 非特許文献 1 参照) に代表されるピアモデルと、(2) OIF-UNI (The Optical Internetworking Forum-User Network Interface, 非特許文献 2 参照) に代表されるオーバーレイモデルの二つが提案されている。

**【0003】**

(1) のピアモデルは、光パスのルーチング (経路制御) 及びシグナリング (呼制御) に、光ネットワークに接続される外部 IP ネットワークと同じアドレス空間の IP アドレスを用いるモデルであり、光クロスコネクタ等の装置が一つのノードとして外部 IP ネットワークからも認識されるという特徴がある。従って、外部 IP ネットワーク側からも光パス経路指定や、外部 IP ネットワーク内のルーチングプロトコルと連携した光パス確立等のマルチレイヤ連携機能が容易に実現できる。

しかし、光パスの制御に外部 IP ネットワークと同一空間のアドレスを用いるために、一つの光ネットワークに複数の外部 IP ネットワークを収容することが困難であるという問題点がある。

**【0004】**

(2) のオーバーレイモデルは、光ネットワークと、それに収容される外部 IP ネットワークのアドレス空間が完全に独立しており、外部 IP ネットワーク側からは光ネットワーク内部のトポロジやアドレスは一切見えない。従って、ピアモデルとは逆に、マルチレイヤ連携機能の提供は困難であるが、複数ネットワークの収容は容易であるという特徴がある。また、オーバーレイモデルでは、外部 IP ネットワーク間の経路情報交換を、確立された光パス内にルーチングプロトコルを通すことにより行うことが一般的であり、光パスの確立・解放の都度、ルーチングの隣接関係の確立・解放が必要となる。ルーチングの隣接関係の変更は、外部 IP ネットワークからはネットワークのトポロジ変更が発生しているように認識され、外部 IP ネットワークの不安定性を増す要因となる。

**【非特許文献 1】** "Generalized Multi-Protocol Label Switching Architecture", IETF Internet-Draft, [online], 2003年5月掲載, [2003年7月検索], インターネット <URL HYPERLINK "http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-07.txt" http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-ccamp-gmpls-architecture-07.txt>

**【非特許文献 2】** "User Network Interface (UNI) 1.0 Signaling Specification: Changes from OIF200.125.5", The Optical Internetworking Forum, Contribution Number: OIF2000.125.7

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

一般に、複数の IP ネットワークを持つ本出願人のようなキャリアにとって、単一の光ネットワーク上にそれら複数の IP ネットワークを多重することは、光ファイバ等のネットワークリソースを効率的に利用するという点で非常に重要である。また、IP ネットワークの変動 (例えば、ルーチングのアップデートやトラヒック量の増減) に応じて、自律

的に光パスの制御が行われるマルチレイヤ連携機能を実現することは、キャリアにとって、オペレーションコストの削減につながる。

#### 【0006】

さらに、マルチレイヤ連携機能を実現すると、光パスの確立・解放が頻繁に発生することになるが、ネットワークの安定性の観点から、光パスのトポロジ変化が外部IPネットワークのルーチングに影響を与えないことが望ましい。

よって、キャリアのバックボーンネットワークに光IP技術を適用するためには、これらの要件を満足する新たな光IPネットワークモデルが必要である。

#### 【0007】

そこで、本発明は、マルチレイヤ連携機能を実現でき、かつネットワークの安定性の高い、光ネットワーク等を提供することを主たる目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

前記課題を解決した第1の観点の発明は、光ネットワークシステムである。この光ネットワークシステム（請求項1）は、光パス確立手段を備え、外部IPネットワークを光ネットワークに接続する複数の光エッジルータと、光エッジルータ間を光パスで接続するために光パス単位でのスイッチング手段を備える複数の光クロスコネクタ装置から構成される光ネットワークである。

そして、本発明の特徴とするところは、光エッジルータが、（1）光ネットワーク内のトポロジ情報を保持し、光パスのルーチング及びシグナリングを行う光ネットワーク制御インスタンスと、（2）外部IPネットワークのルーチングテーブルを保持し、外部IPネットワークとの間でルーチングプロトコルを動作させるIPネットワークインスタンスの両方を備えることである。

#### 【0009】

「光パス確立手段」は、光信号の経路を確立する機能を有する。なお、後記する実施形態では、GMPLSのRSVP-TEが光パス確立手段に相当する。「光エッジルータ」は、外部IPネットワークと光ネットワークとを接続する機能を持つルータである。この機能は、具体的には、処理するIPパケット（宛先IPアドレス）と光パスの対応付けを行い、適切な光パスにIPパケットを中継するものである。「光クロスコネクタ装置（光コアルータ）」は、光信号をスイッチングして光信号の経路（光パス）を切り替える装置である。

#### 【0010】

「光パス」は、一般的には波長単位で設定される光信号の経路であるが、本発明においては、TDM（SONET/SDH [Synchronous Optical Network/Synchronous Digital Hierarchy]）チャネル等も含んでいる。ちなみに、前記したGMPLSプロトコルでは、波長もTDMチャネルも同様に扱える。

「光ネットワーク内のトポロジ情報」とは、例えば、光ネットワークを構成する各機器がどんなインタフェースを持っていて、それにはどんなアドレスが割り当てられているか、といった情報である。

「シグナリング」は、相手の特定・お互いの状態の監視・要求のやり取り等を行うことである。また、「シグナリングプロトコル」とは、そのようなやり取りのために使用されるプロトコルである。

#### 【0011】

これにより、外部IPネットワークのアドレス空間と光ネットワーク制御に用いるアドレス空間が完全に分離され、単一の光ネットワークに複数のIPネットワークを収容することができる。併せて、1つの光エッジルータがこれら両方のインスタンスを持つため、外部IPネットワークの情報をを用いた自律的な光パスの制御、すなわち、マルチレイヤ連携が可能となる。

なお、インスタンスは、オブジェクト指向プログラミングで、クラスを基にした実際の値としてのデータのこと。クラスと対比して用いられることが多く、クラスを「型」、イ

ンスタンスを「実体」として説明されることもある。

【0012】

また、本発明の光ネットワークシステム（請求項2）が特徴とするところは、請求項1の光ネットワークにおいて、外部IPネットワーク間で経路情報を交換するためのルーチングプロトコルを、外部IPネットワークが接続される光エッジルータの光ネットワーク制御インスタンス間で動作させることである。

【0013】

これにより、外部IPネットワークからは、外部IPネットワークの経路情報を交換するためのルーチング隣接関係は、常に光エッジルータ間に確立されているように見えるようになる。このルーチング隣接関係は光パスのトポロジ変化の影響を一切受けないため、外部ネットワークからは常にトポロジが安定しているように見える。

【0014】

また、本発明の光ネットワークシステム（請求項3）が特徴とするところは、請求項1又は請求項2の光ネットワークシステムにおいて、外部IPネットワークの経路情報を交換するプロトコルとして、BGP（Border Gateway Protocol）を使うことである。

【0015】

BGPは、異なるネットワークの間でIP経路情報を交換するためのプロトコルであるが、後記する実施形態では、光エッジルータ間での経路情報のやり取りにBGPをそのまま用いる。

このように、IPネットワークで一般的に利用されており、かつ、標準に準拠したプロトコルであるBGPを適用することで、プロトコル自体の開発コストを省くことが可能となる。

【0016】

また、前記課題を解決した第2の観点の発明は、外部IPネットワークとの間でパケットの転送を行う光エッジルータである。この光エッジルータ（請求項4）は、前記外部IPネットワークの隣接するルータとの間でパケットの転送を行うパケット転送処理手段を備えると共に、前記隣接するルータとの間で経路情報を交換する処理を行う経路情報交換手段、ルーチングテーブルを作成して記憶手段に記憶する処理を行うルーチングテーブル作成手段、光ネットワーク内のトポロジ情報を収集して記憶手段に記憶する処理を行うトポロジ情報収集手段、光パスの確立・解放のシグナリングを行うシグナリング手段、対向する他の光エッジルータとの間で前記経路情報を通知する処理を行う経路情報通知手段、前記ルーチングテーブルと前記トポロジ情報とを記憶手段から読み出して、前記パケット転送処理手段におけるパケットの転送先を設定するパケット転送テーブルを生成する処理を行うパケット転送テーブル生成処理手段を備える。

【0017】

後記する実施形態では、パケット転送処理手段は転送処理部に相当し、経路情報交換手段はIPネットワークルーチングプロトコル処理部に相当し、ルーチングテーブルを作成するルーチングテーブル作成手段はIPネットワークルーチングプロトコル処理部に相当し、このルーチングテーブルを記憶する記憶手段はIPネットワークルーチングテーブル記憶部に相当し、トポロジ情報収集手段はOSPF-TE処理部に相当し、シグナリング手段はRSVP-TE処理部に相当し、経路情報通知手段はBGP処理部に相当し、トポロジ情報を記憶する記憶手段は光ネットワークトポロジDBに相当する。

【0018】

また、前記課題を解決した第3の観点の発明は、光ネットワークに使用され、所定の演算処理を行う演算処理手段と外部IPネットワークとの間でパケットの転送を行うパケット転送処理手段とを備える光エッジルータに用いられるプログラムである。このプログラムは、後記する実施形態のプロトコル処理部に相当する演算処理手段で実行され、該演算処理手段を、経路情報交換機能、ルーチングテーブル作成機能、トポロジ情報収集機能、シグナリング機能、経路情報通知機能、パケット転送テーブル生成処理機能として動作させる。

## 【発明の効果】

## 【0019】

本発明によれば、単一の光ネットワークに複数のIPネットワークを収容することによる光リソース利用効率の向上が図れると共に、IPネットワークの状況に応じた光パスの自律的な制御が実現でき、オペレーションコストの削減も可能となる。また、光パスのトポロジ変化を外部のIPネットワークから隠蔽することにより、IPネットワークのルーティングを安定的に保つことが可能となる。すなわち、本発明によれば、マルチレイヤ連携機能を実現でき、かつネットワークの安定性の高い光ネットワーク等を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0020】

以下、本発明を実施するための最良の形態（以下「実施形態」という）を、図面を参照して説明する。

## 【0021】

図1は、外部IPネットワークを含む光ネットワークの全体構成を示す図である。

この図1に示すように、光ネットワーク1には、外部IPネットワーク2として、外部IPネットワーク2A及び外部IPネットワーク2Bがそれぞれ2サイトずつ、合計4サイト（2A1、2A2、2B1、2B2）収容されている。ここで、外部IPネットワークA2と外部IPネットワークB2は、光エッジルータ3を介して光ネットワーク1に収容され、各光エッジルータ3同士の間には光クロスコネクタ（光クロスコネクタ装置）4（4a、4b…）を通して光パス5が確立される。また、各光エッジルータ3同士の間には、外部IPネットワークの経路情報を交換するために、BGPピア6が確立されている。光ネットワーク内の光パス制御プロトコルとしては、GMPLSを利用することとする。

## 【0022】

ちなみに、本実施形態で利用するGMPLSは、光IPネットワーク1上の信号をルーティングするための技術であるが、従前のMPLS（Multi-Protocol Label Switching）ではパケットにラベルを付加してルーティング経路を指定していたのに対し、GMPLSでは光信号の波長を元にルーティング経路を決定したり、制御専用のIPチャネルを用意して実データは光信号のままルーティングしたりする。ルーティングの際に光信号を電気信号に変換してルーティングを行わないようにすることで、ルーティングを高速に行うことができる。

## 【0023】

BGPピア6は、光エッジルータ3同士の間で確立され、BGPというプロトコルで情報を交換する。このBGPは、1対1のプロトコルであり、BGPピア6の確立は、例えば、（1）TCPによるスリーウェイハンドシェイクによるコネクションの確立、（2）OPENメッセージの送信、（3）KEEPALIVEメッセージの返信、といった手順で行われる。BGPピア6が確立されると、ルーティングテーブル（後記する図3参照）の交換、UPDATEメッセージによる経路情報のアップデート、定期的なKEEPALIVEメッセージの交換といった情報の交換が行われる。

## 【0024】

なお、本明細書では、外部IPネットワーク2の符号に関し、上位概念的に説明する場合は、単に符号2を使用し、個別具体的に説明する場合は、符号2Aや2B、さらには符号2A1、2A2、2B1や2B2を用いることとする。この点は、光エッジルータ3等についても同様であり、上位概念的に説明する場合は単に符号3を使用し、個別具体的に説明する場合は、符号3Aや3B、さらには符号3A1、3A2、3B1や3B2を用いることとする。また、インスタンスINSについても、同様であり、上位概念的に説明する場合は、符号INSを使用し、個別具体的に説明するときは、符号INS<sub>i</sub>やINS<sub>p</sub>を用いることとする。その他の符号の記載も符号2や符号3等に準じるものとする。

## 【0025】

図2は、図1の光ネットワークの各ノードが保持するインスタンス及びルーティングの隣



接関係を示す図である。この図 2 に示す光ネットワーク 1 は、図 1 に示されるのと同様に、当該光ネットワーク 1 に外部 IP ネットワーク 2 として、外部 IP ネットワーク 2 A 及び外部 IP ネットワーク 2 B の 2 サイトずつ、合計 4 サイト (2 A 1, 2 A 2, 2 B 1, 2 B 2) が収容されている。各外部 IP ネットワーク 2 (2 A 1, 2 A 2, 2 B 1, 2 B 2) は、光エッジルータ 3 (3 A 1, 3 A 2, 3 B 1, 3 B 2) を通じて光ネットワーク 1 に収容されている。光エッジルータ 3 間は、光クロスコネクタ 4 (4 a, 4 b...) を通じて接続される。また、外部 IP ネットワークは通常の IP ルータ R (適宜「隣接 IP ルータ R」という) で構成されている。

#### 【0026】

次に、各ノード (光エッジルータ 3、光クロスコネクタ 4) の構成を以下に説明する。

#### 【0027】

1 つの光エッジルータ 3 は、光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p$  と、IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  の両方を持つ。

#### 【0028】

光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p$  は、光ネットワーク 1 内の光パス 5 を制御するためのルーティングプロトコル及びシグナリングプロトコルを動作させるものであり、それらによって得られた光ネットワーク 1 内部のトポロジ情報を保持する。光ネットワーク制御技術として GMPLS を利用する場合には、ルーティングプロトコルとして OSPF-TE (Open Shortest Path First-TE) を動作させ、シグナリングプロトコルとして RSVP-TE (Resource reSerVation Protocol-TE) を動作させる。なお、OSPF-TE は、経路選択 (ルーティング) プロトコルの 1 つである OSPF を拡張し、外部 IP ネットワーク 2 の各経路 (リンク) の属性情報 (リソース量等) も通知できるようにしたプロトコルである。RSVP-TE は、指定した経路に沿ってラベルパスを確立するためのプロトコルであり、現在は光パス 5 (図 1 参照) も確立できるように拡張されている。

#### 【0029】

IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  は、外部 IP ネットワーク 2 との間で外部 IP ネットワーク経路情報の交換を行い、図 3 に例示するような、外部 IP ネットワーク 2 のルーティングテーブル (以下「IP ネットワークルーティングテーブル」という) を生成する。なお、この IP ネットワークルーティングテーブルは、図 3 に示すように宛先 IP アドレスの  $prefix$  (Destination network address)、アドレスマスク (Address mask)、次ホップ (Next hop) といった情報が格納される。一般的に、ルータが立ち上がる際にルーティングテーブルは初期化される。また、トポロジの変化、ルータの故障による経路の変更等によって、ルーティングテーブルは更新される。本実施形態の光エッジルータ 3 や IP ネットワークルーティングテーブルについても、一般のルータやルーティングテーブルと同様であるものとする。

#### 【0030】

光エッジルータ 3 は、これら両方のインスタンス  $INS_p$ ,  $INS_i$  を保持するため、外部 IP ネットワーク 2 の外部 IP ネットワーク経路情報のアップデートやトラフィック量の増加をトリガとした光パス 5 の自律的な制御を行うことが可能となる。

#### 【0031】

図 4 は、本実施形態における光エッジルータのより具体的な構成を示した機能ブロック図である。この図 4 を参照して、本実施形態における光エッジルータ 3 (3 A 1, 3 A 2, 3 B 1, 3 B 2) を説明する。

#### 【0032】

図 4 に示すように、光エッジルータ 3 は、ソフトウェア的に処理を行うプロトコル処理部 (演算処理手段) 31 とハードウェア的に処理を行う転送処理部 32 とを含んで構成される。このうちプロトコル処理部 31 は、前記した IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  と前記した光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p$  とを有する。

#### 【0033】

IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  は、外部 IP ネットワーク 2 の隣接ノード (通

常のIPルータR)との間で外部IPネットワーク経路情報を交換するルーチングプロトコルが作動するIPネットワークルーチングプロトコル処理部311と、そのルーチングプロトコルによって生成されるIPネットワークルーチングテーブル(図3参照)を記憶するIPネットワークテーブル記憶部312とを備える。ちなみに、IPネットワークルーチングテーブルは、IPネットワークルーチングプロトコル処理部311が外部IPネットワーク2から受信した経路情報を書き込む処理、外部IPネットワーク経路情報記憶部314が保持する経路情報を書き込む処理のいずれかの処理により生成される。補足すると、光エッジルータ3(3A1)について、外部IPネットワーク2側(符号2A1側)のIPネットワーク経路情報は、IPネットワークルーチングプロトコル処理部311によって受信され、外部IPネットワーク経路情報記憶部314に書き込まれる。一方、他のサイト(符号2A2側)のIPネットワーク経路情報は、他の(対向する)光エッジルータ3(3A2)からBGPピア6経由でBGP処理部317に受信され、外部ネットワーク経路情報記憶部314に書き込まれる。なお、ルーチングプロトコルは、OSPFやBGP等を使用することができる。

#### 【0034】

また、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>は、光ネットワーク1内のトポロジ情報(及びリソース情報=例えばこのリンクは波長が何本ある等)を隣接ノード(例えば光クロスコネクタ4)から収集するOSPF-TE処理部315、光パス5の確立・解放のシグナリングを行うRSVP-TE処理部316とを備える。これら2つの処理部315、316の動作は、GMPLSで規定されている標準の動作に従う。

さらに、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>は、外部IPネットワーク経路情報(前記したIPネットワークルーチングテーブルの経路情報と同じ内容)を、対向する他の光エッジルータ3に通知するBGP処理部317を備える。このBGP処理部317は、逆向きの通知、つまり、対向する他の光エッジルータ3から通知される外部IPネットワーク経路情報を受信する機能も併せ持つものとする。

なお、符号313は、OSPF-TE処理部315が収集したトポロジ情報を記憶する光ネットワークトポロジDBである。この光ネットワークトポロジDB313は、RSVP-TE処理部316との間で情報記憶・読み出しを行うようになっている。また、符号314は、外部IPネットワーク経路情報を記憶する外部IPネットワーク経路情報記憶部である。

#### 【0035】

ちなみに、本実施形態では、プロトコル処理部31には、IPネットワークルーチングテーブル記憶部312に記憶されたIPネットワークルーチングテーブルと、光ネットワークトポロジDB313に記憶された光ネットワーク1のトポロジ情報とから、受信したIPパケットをどのように転送するのかを設定するパケット転送テーブルを作成するパケット転送テーブル生成処理部318を備える。

#### 【0036】

一方、転送処理部32は、パケット転送処理部321a、321b、パケット転送テーブル記憶部322、パケットスイッチ323とを備える。この転送処理部32の構成により、電気信号のIPパケットを光信号のIPパケットに変換する処理、逆に、光信号のIPパケットを電気信号のIPパケットに変換する処理、IPパケットの経路をパケットスイッチ323により切り替えて転送する処理を行う。

#### 【0037】

なお、パケット転送処理と、IPルーチングテーブル・パケット転送テーブルについて補足説明する。

パケット転送処理について、一般的な大規模ルータでは、転送処理部32はインタフェースカード(ラインカードとも呼ばれる)に内蔵されている。このインタフェースカードは、光回線(光ファイバ)ー光信号終端部(光信号↔電気信号)ーパケット転送処理部321(IPアドレス検索による次ホップ決定)ーパケットスイッチ323、という接続構成になっている。現在は、回線として光ファイバが主流であるので、外部IPネットワ

ーク 2 側に出力される信号も光信号としての IP パケットである（その後段で電気信号に変換）。よって、パケット転送処理部 321a とパケット転送処理部 321b とは同じ構成をしており、外部 IP ネットワーク 2 側のパケット転送処理部 321a と外部ネットワーク 2 との間には、光信号と電気信号を相互に変換する図示しない変換部が存在することになる。

#### 【0038】

両テーブルについて、IP ネットワークルーティングテーブルは、外部 IP ネットワーク 2 側の隣接 IP ルータ R との間で作動するルーティングプロトコルの種別に応じた図 3 に示すような情報を有する。これに対し、パケットの転送は一般的にハードウェア処理として行われるので、パケット転送テーブルは、ハードウェアが認識できる形の簡略化された情報を保有する。

#### 【0039】

次に、光クロスコネクタ 4 は、光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p$  のみを保持し、IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  を持たない。このため、光クロスコネクタ 4 は、外部 IP ネットワーク 2 との経路情報（外部 IP ネットワーク経路情報）の交換は一切行わず、光ネットワーク 1 内の制御のみを行う。

#### 【0040】

図 5 は、本実施形態における光クロスコネクタのより具体的な構成を示した機能ブロック図である。この図 5 を参照して、本実施形態における光クロスコネクタ 4（4a, 4b …）を説明する。

#### 【0041】

図 5 に示すように、光クロスコネクタ 4 は、前記した光エッジルータ 3（図 4 参照）と同様に、プロトコル処理部 41 と転送処理部 42 とを含んで構成される。また、プロトコル処理部 41 は、光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p'$  を備える。

#### 【0042】

光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p'$  は、光ネットワークトポロジ DB 413、OSPF-TE 処理部 415、RSVP-TE 処理部 416 とを備える。これらは、先に説明した光エッジルータ 3 におけるものとはほぼ同様の機能を有するので、その説明を省略する（光ネットワークトポロジ DB 413 = 光ネットワークトポロジ DB 313、OSPF-TE 処理部 415 = OSPF-TE 処理部 315、RSVP-TE 処理部 416 = RSVP-TE 処理部 316）。なお、図 4 の隣接ノード 4 は、他の光エッジルータ 4 とか、その他ノード（スイッチ等）を示す。

#### 【0043】

転送処理部 42 は、光インタフェース 421a, 421b、光パステーブル記憶部 422、光スイッチ 423 とを備える。この転送処理部 42 の構成により、光パス 5 の切り替え制御を行う。なお、光パステーブル記憶部 422 に記憶される光パステーブルには、光パス確立時に RSVP-TE シグナリングによって設定された入口ポート番号・出口ポート番号の対応関係が保持され、光スイッチ 423 がこの対応関係に従って回線（光パス 5）を設定する。

#### 【0044】

次に、各インスタンス  $INS$  間のルーティングプロトコルの隣接関係及び交換される情報について説明する。

光エッジルータ 3 と外部 IP ネットワーク 2 の隣接 IP ルータ R との間には、OSPF や BGP 等通常の IP ルーティング隣接関係 8 が確立され、経路情報（外部 IP ネットワーク経路情報）の交換が行われる。具体的には、光エッジルータ 3A1 は、外部 IP ネットワーク 2A1 の経路情報を外部 IP ネットワーク 2A1 から受信すると共に、他のサイト（外部 IP ネットワーク 2A2）を収容する光エッジルータ 3A2 から受信した経路情報を外部 IP ネットワーク 2A1 側へ広告する。

#### 【0045】

光エッジルータ 3 同士の間には、それぞれの光エッジルータ 3 が外部 IP ネットワーク

12から受信した外部IPネットワーク経路情報を交換するために、BGPピア6が確立される。BGPピア6は各光エッジルータ3の光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>同士の間に確立されるが、交換される外部IPネットワーク経路情報は外部IPネットワーク2のものである。

#### 【0046】

すなわち、各光エッジルータ3は、IPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>に保持している外部IPネットワーク2の外部IPネットワーク経路情報を、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>側へ渡し（通知し）、BGPピア6を通じて対向する光エッジルータ3に広告する。なお、BGPピア6は、同一の外部IPネットワーク2に属するサイトを収容する光エッジルータ3同士の間にのみ確立される。ここで、同一の外部IPネットワーク2について、図1、図2でいえば、外部IPネットワーク2A1と同2A2が同一であり、また、外部IPネットワーク2B1と同2B2が同一である。

#### 【0047】

光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>は、光ネットワーク1内の隣接ノードとGMPLS隣接関係7を確立する。具体的には、GMPLSのルーチングプロトコルであるOSPF-TEの隣接関係を確立して、光ネットワーク1内のトポロジ情報を交換する。また、光パス5の確立及び解放時にはRSVP-TEシグナリングのメッセージが、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>間の隣接関係を介して運ばれる。

#### 【0048】

ここで、GMPLS隣接関係7によって、光ネットワーク1内の光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>間（同士）が全て接続されるのに対して、外部IPネットワーク2の外部IPネットワーク経路情報を交換するBGPピア6は、異なる外部IPネットワーク2を収容するIPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>同士の間には確立されない。このため、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>は、収容される全ての外部IPネットワーク2で共用されるが、IPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>は外部IPネットワーク2毎に独立する。例えば、図2では、外部IPネットワーク2Aを収容する光エッジルータ3A1は、光エッジルータ3A2との間にはBGPピア6を確立するが、外部IPネットワーク2Bを収容する光エッジルータ3B1や同3B2との間にはBGPピア6を確立しない。このように、1つの光エッジルータ3において、光パス5の制御のための光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>と、外部IPネットワーク2の外部IPネットワーク経路情報を交換するためのIPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>を分離することにより、複数の外部IPネットワーク2を、安定性が高く、しかもマルチレイヤ連携機能を実現でき、かつ、容易に収容することが可能となる。ちなみに、マルチレイヤ連携が行えると、外部IPネットワーク2と連動した自立的な光パス5の確立・解放が可能になり、波長や光ファイバといった光リソースを有効かつ効率的に活用することができる。これにより、ネットワークコストを抑えることができ、低価格で大容量のIPサービスを利用者に提供することが可能となる。

#### 【0049】

図6は、経路情報（外部IPネットワーク経路情報）の流れの一例を示すシーケンス図である。このシーケンス図及び図2等を参照して、本実施形態における外部IPネットワーク経路情報の流れの一例（外部IPネットワーク2A1→光ネットワーク1→外部IPネットワーク2A2）を説明する。

まず、光ネットワーク1の光エッジルータ3A1は、該光エッジルータ3A1のIPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>で作動しているルーチングプロトコルにより、外部IPネットワーク2A1から送信される外部IPネットワーク経路情報（ステップS11）を受信する。次に光エッジルータ3A1は、受信した外部IPネットワーク経路情報を該ルータ3A1の内部において、光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>に通知する（ステップS12）。外部IPネットワーク経路情報を通知された光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>は、BGPピア6を通して、対向（隣接）する光エッジルータ3A2、すなわち、外部IPネットワーク2A2を当該光ネットワーク1に接続する光エッジルータ3

A2に外部IPネットワーク経路情報を広告する(ステップS13)。

補足すると、隣接IPルータRからの外部IPネットワーク経路情報は、[IPネットワークルーティングプロトコル処理部311]→[IPネットワークルーティングテーブル記憶部312]→[外部IPネットワーク経路情報記憶部314]→[BGP処理部317]の順に処理・転送され、BGPピア6経由で対向する光エッジルータ3に広告される。

【0050】

BGPピア6経由で広告された外部IPネットワーク経路情報を受信した光エッジルータ3A2は、内部において、その受信した外部IPネットワーク経路情報を光ネットワーク制御インスタンスINS<sub>p</sub>からIPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>に通知する(ステップS14)。この外部IPネットワーク経路情報は、IPネットワークインスタンスINS<sub>i</sub>で作動しているルーティングプロトコルにより、外部IPネットワーク2A2に広告する(ステップS15)。

【0051】

以上説明した本発明は、前記した実施形態に限定されることなく、その思想の及ぶ範囲で様々に改変して実施することができる。

例えば、外部IPネットワーク2が、他の光ネットワークであってもよい。また、光ネットワーク1が光エッジルータ3により他の外部IPネットワーク2と接続される構成であれば、光ネットワーク1の内部構成の如何は問わない。例えば、光クロスコネクタ4は狭く解釈されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本実施形態における外部IPネットワークを含む光ネットワークの全体構成を示す図である。

【図2】図1の光ネットワークの各ノードが保持するインスタンス及びルーティングの隣接関係を示す図である。

【図3】本実施形態におけるIPネットワークルーティングテーブルの一例を示す図である。

【図4】本実施形態における光エッジルータのより具体的な構成を示した機能ブロック図である。

【図5】本実施形態における光クロスコネクタのより具体的な構成を示した機能ブロック図である。

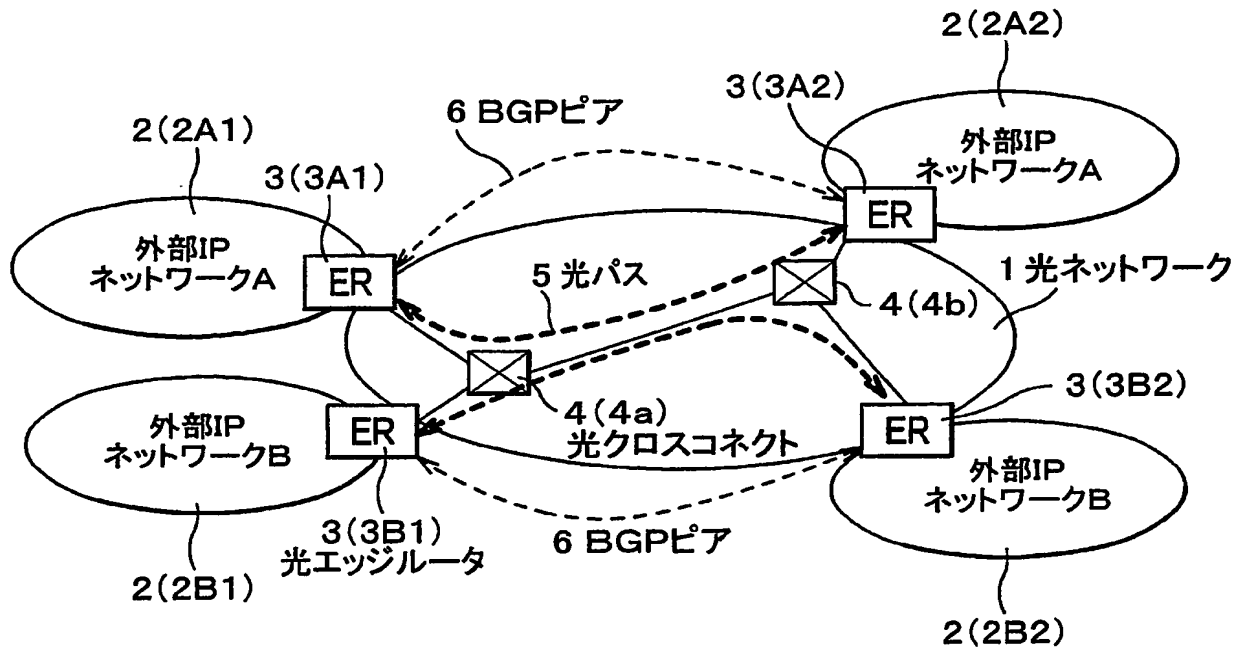
【図6】本実施形態における経路情報の流れの一例を示すシーケンス図である。

【符号の説明】

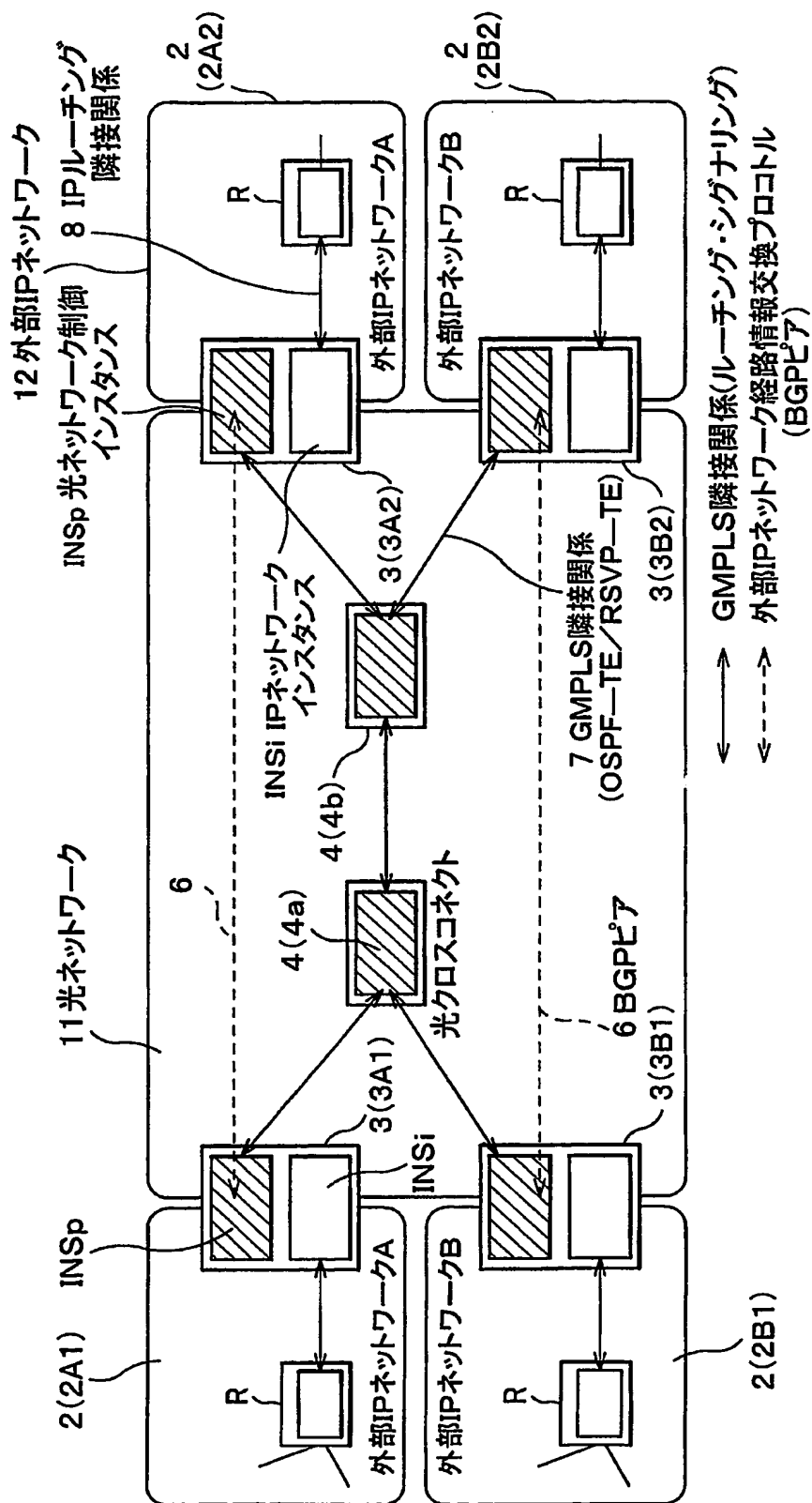
【0053】

1…光ネットワーク、2…外部IPネットワーク、3…光エッジルータ、4…光クロスコネクタ(光クロスコネクタ装置)、5…光パス、6…BGPピア、7…GMPLS隣接関係、8…IPルーティング隣接関係、R…IPルータ、INS<sub>p</sub>…光ネットワーク制御インスタンス、INS<sub>i</sub>…IPネットワークインスタンス

【書類名】 図面  
【図 1】



【図 2】



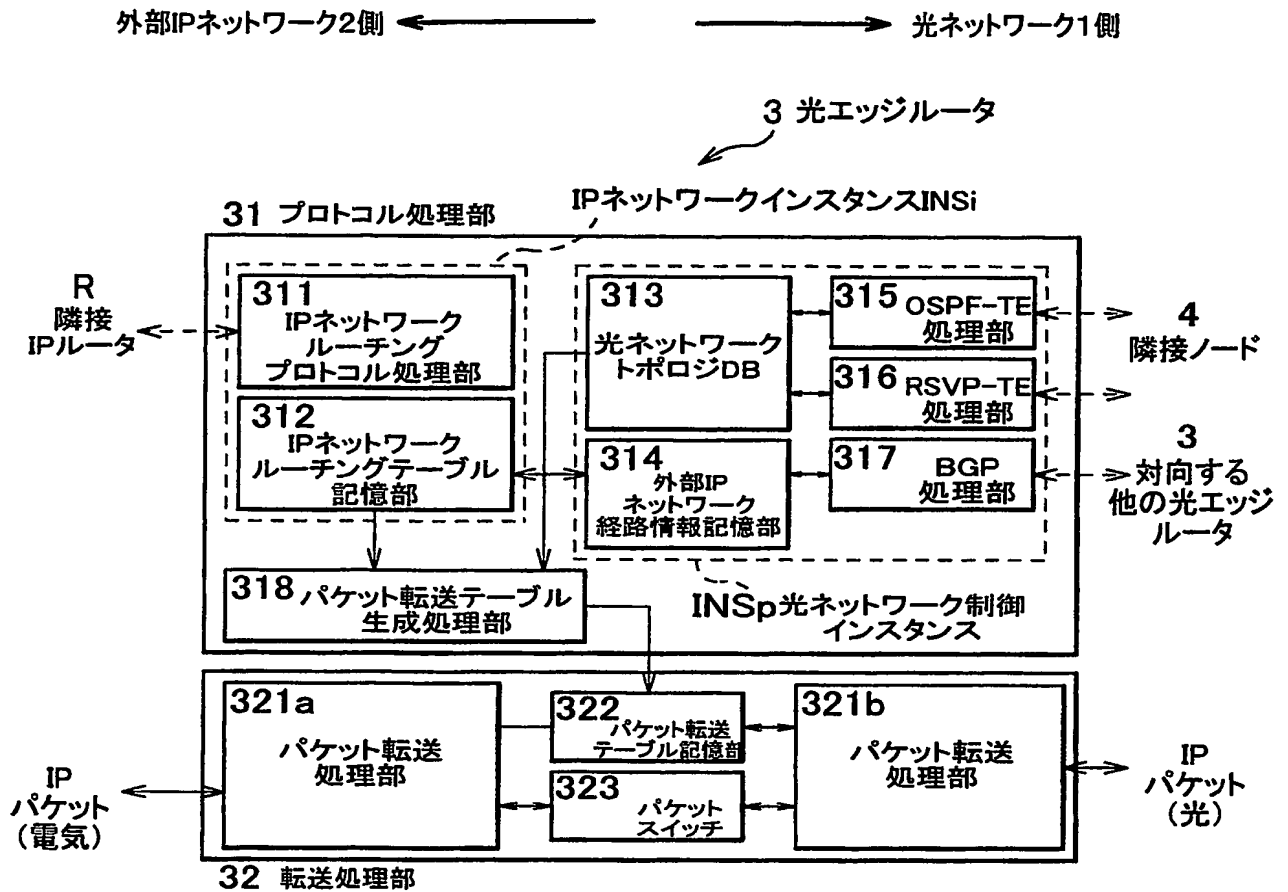
【図 3】

ルーティングテーブル（IP ネットワーク ルーティング テーブル）

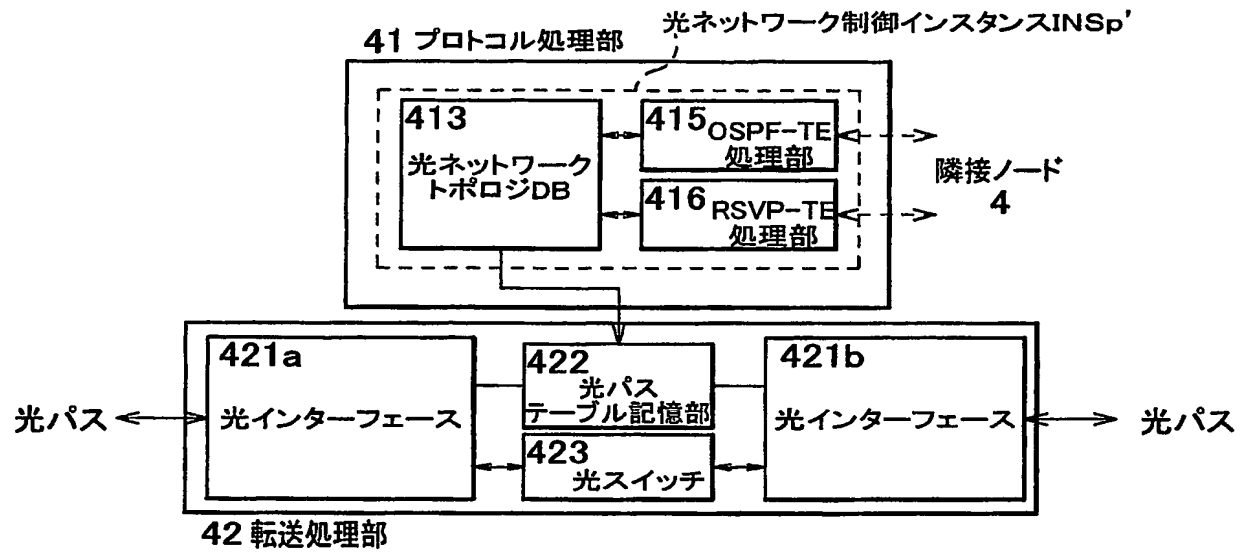
Destination network address	Address mask	Next hop
xx. xx. xx. x	xxx. x. x. x	xxx. xx. xx. xx
x. xx. x. xx	xxx. xxx. xx. x	direct
...	...	...



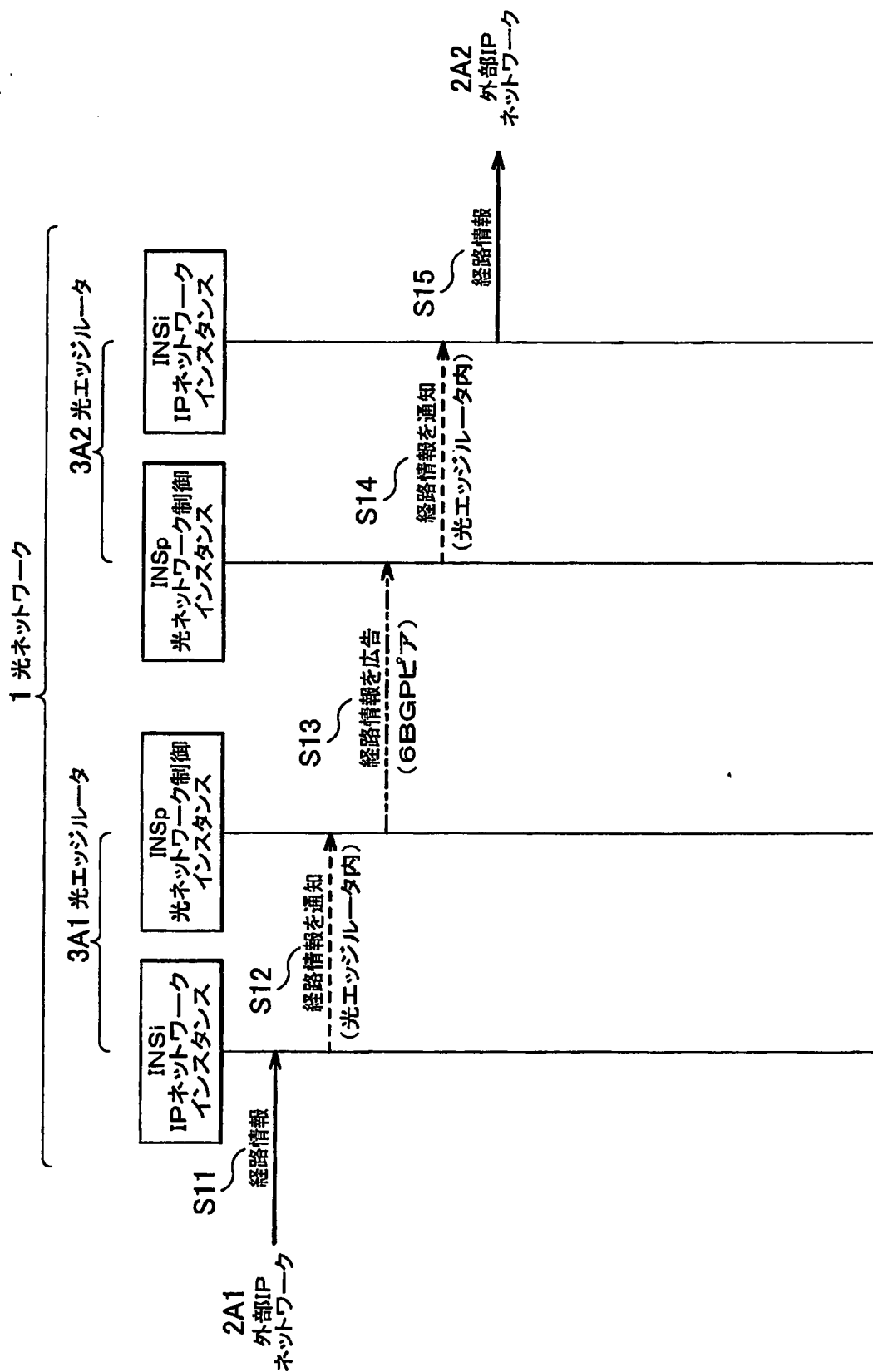
【図 4】



【図 5】



【図6】



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** マルチレイヤ連携機能を実現でき、かつネットワークの安定性の高い、光ネットワーク等を提供すること。

**【解決手段】** 光パス確立手段 316 を備え、外部 IP ネットワーク 2 を光ネットワーク 1 に接続する複数の光エッジルータ 3 と、光エッジルータ 3 同士の間を光パスで接続するために光パス単位でのスイッチング手段を備える複数の光クロスコネクタ装置から構成される光ネットワーク 1 の構成において、(1) 光エッジルータ 3 が、光ネットワーク 1 内のトポロジ情報を保持し、光パスのルーチング及びシグナリングを行う光ネットワーク制御インスタンス  $INS_p$  と、(2) 外部 IP ネットワークのルーチングテーブルを保持し、外部 IP ネットワークとの間でルーチングプロトコルを動作させる IP ネットワークインスタンス  $INS_i$  の両方を備える。

**【選択図】** 図 4

特願 2003-299120

ページ: 1/E

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏 名

日本電信電話株式会社